Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 2, Summer 2023, p. 467-479

Effect of Winter Foliar Application of Urea on Changes in Leaf and Node Polyamines, Yield and Some Characteristics of Reproductive of Kinnow Mandarin Trees

F. Karamnezhad[1], N. Moallemi[2*], E. Khaleghi[3]

Received: 06-06-2022
Revised: 06-08-2022
Accepted: 13-09-2022
Available Online: 13-09-2022

How to cite this article:
Karamnezhad, F., Moallemi, N., & Khaleghi, E. (2023). Effect of winter foliar application of urea on changes in leaf and node polyamines, yield and some characteristics of reproductive of Kinnow mandarin trees. *Journal of Horticultural Science*, *37*(2), 467-479. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jhs.2022.77067.1176

Introduction

Nitrogen plays an important role in the uniformity and quality of citrus trees. Several studies previously reported that a low level of nitrogen in citrus trees is generally caused a reduction in yield and fruit quality (Aziz, 1997; Khan *et al*., 2009). In this regard, applying urea is recommended as the most suitable form of nitrogen for foliar application. The polyamines are included; putrescine, spermidine, and spermine which have been considered as plant growth regulators (Alcazar *et al*., 2010; Khezri *et al*., 2010). The role of nitrogen in vegetative and reproductive growth and yield, as well as the correlation between polyamines, flower induction and fruit set in other plants, were proved in previous studies. In this regard, the results of the current study will increase our understanding about the role of polyamines in the morphology of the tree and also the mechanism of regulating the alternate bearing of Kinnow mandarin leading to an approach method to address this problem.

Materials and Methods

To conduct this study a 17-year-old uniform of Kinnow Mandarin (*Citrus reticulate* Blanco) grafted onto Bitter orange (*Citrus aurantium*) rootstock, which grown in a commercial orchard, located in Dezful (Khuzestan Province in Iran). For sampling, the branches which possess leaves and nodes were selected from four sides of each tree, then leaves and nodes were collected at three different time points (one, three, and five weeks post-treatment). Samples were immediately frozen in liquid nitrogen after excision and transported to the Physiology Laboratory of fruit trees within 2h for determining the N fractions and polyamines. The concentration of N in dried leaves and nodes was determined using the colorimetry technique as described by Walling *et al*. (1989). The experiment was set up as a factorial treatment based on a randomized complete block design with three replications to investigate the effect of different concentrations of urea foliar application (0, 0.75%, 1.5%) on nitrogen and polyamines contents at different time points (Dec 22, Jan 5, Jan 20) followed by evaluating flower characteristics and yield in Kinnow mandarin plant. Data analysis including variance was carried out using MSTATC and SAS software. To compare the mean of polyamines and nitrogen in leaves and nodes, the cut-out method was used, and also for comparison of pistil dimensions, number of flowers, and yields, *Duncan's multiple range test* (*DMRT*) was performed.

Results and Discussion

Results indicated that polyamines concentration and nitrogen decreased during the period of time and also, in most cases, polyamines concentration was lower in the nodes than the leaves. High levels of polyamines and nitrogen were obtained in leaves and nodes which were treated with the foliar application of 1.5 % urea

1, 2 and 3- Ph.D. Graduate of Physiology and Fruit Tree Breeding, Professor and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: n.moallemi@scu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2022.77067.1176

concentration after Jan 20. The polyamines content in leaves and nodes was greatly dependent on the spraying time and urea concentration used. Spermine (Spm) was the dominant polyamines in leaves and nodes with the highest values of 44.01 nmol/gF.W, 34.41 nmol/gF.W, respectively. Regarding the fact that flower density was higher in trees that treated with urea concentration of 1.5 % after Jan 5 y than other treatments, however, their yield was lower than the trees that treated on Dec 22 with the same urea concentration. This was probably due to the flower abscission as well as the fruit abscission in June. The results of this study showed that the highest yield was obtained with 1.5 % urea concentration after foliar application on Dec 22 compared with other treatments. Regarding the fact that flower differentiation in mandarin occurs during the late January until late February (in Dezful conditions), it can be explained that the foliar application on Dec 22 was performed before differentiation and consequently, the trees have received their required nitrogen. Also, the low-temperature is considered as natural inducer of citrus flowering in the Dezful, likewise, foliar fertilizer application in winter along with the natural factor (low temperature) stimulates flowering in a larger number of buds resulting in increasing the flowering. As nitrogen promotes vegetative and reproductive growth, it can be said that increasing the nitrogen content of leaves followed by transfering to the nodes, increases the number of buds, especially reproductive buds, which leads to an increase in flowering and yield. According to this study, the foliar application of urea in winter with 1.5% concentration can increase yield in Kinnow mandarin trees. Therefore, polyamines can play an important physiological role in flower development of Kinnow mandarin.

Conclusion

In this study, we focused on the effect of the foliar application urea during winter on leaves and nodes of Kinnow mandarin trees and investigated the polyamines, Put, Spm, and Spd contents upon treatments. In conclusion, the application of foliar urea in winter resulted in the significant endogenous increase of polyamines and N in the leaves and nodes of Kinnow mandarin trees. Also, yield, flower density, and pistil diameter were increased by spraying urea. There is a possibility that free polyamines affect on physiological processes.

Keyword: Nitrogen, Putrescine, Spermidine, Spermine

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۲، تابستان ١٤٠٢، ص. ٤٧٩-٤٦٧

تأثیر محلول‌پاشی زمستانه اوره بر تغییرات پلی‌آمین‌های برگ، گره، عملکرد و خصوصیات زایشی درختان نارنگی 'کینو'

فاطمه کرم نژاد[1]- نوراله معلمی[2]*- اسماعیل خالقی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۲

چکیده

با توجه به نقش پلی‌آمین‌ها در تشکیل گل و تولید میوه، این تحقیق در سال ۹۵-۱۳۹۴ به منظور بررسی تاثیر اوره بر میزان پلی‌آمین‌های آزاد و تولید گل و میزان محصول در درختان ۱۷ ساله نارنگی رقم 'کینو' انجام شد. تیمارها شامل سه غلظت اوره (صفر، ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد) و سه زمان محلول‌پاشی (۱ دی ماه، ۱۵ دی ماه و ۳۰ دی ماه) با سه تکرار قبل از گل‌انگیزی بر روی درختان اعمال شد. پلی‌آمین‌ها در دو اندام برگ و گره مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این آزمایش از برگ و گره در، ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی، نمونه‌برداری و مقدار پلی‌آمین‌های پوتریسین، اسپرمیدین، اسپرمین و نیتروژن اندازه گیری شد. بیشترین مقدار پلی‌آمین‌ها و نیتروژن در برگ‌ها و گره‌ها بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت اوره ۱/۵ درصد به دست آمد. ولی بتدریج با گذشت زمان بعد از محلول‌پاشی مقدار پلی‌آمین‌ها و نیتروژن در برگ و گره کاهش یافت. غلظت پلی‌آمین‌ها در برگ و گره بسته به غلظت اوره و زمان محلول‌پاشی، متفاوت بود. نتایج این تحقیق نشان داد که اسپرمین پلی‌آمین غالب در برگ‌ها و گره‌ها (به‌ترتیب ۴۴ /۰۱ و ۳۴/۴۱ نانو مول بر گرم بافت تر) بود. همچنین نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اوره در زمستان باعث افزایش تعداد گل و عملکرد محصول نارنگی کینو گردید. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان محلول‌پاشی اوره در دی‌ماه، با غلظت ۱/۵ درصد را به منظور افزایش عملکرد نارنگی رقم 'کینو' توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: اسپرمیدین، اسپرمین، پوتریسین، نیتروژن

مقدمه

برای کنترل سال‌آوری و تولید محصول با کیفیت، نیتروژن نقش مهمی در مدیریت تغذیه درختان مرکبات ایفا می‌کند. کاهش میزان نیتروژن در درختان مرکبات یک عامل محدودکننده و موثر بر عملکرد میوه و کیفیت میوه است (Khan *et al*., 2009). اوره به عنوان مناسب‌ترین کاربرد برگی نیتروژن توصیه شده است. اوره به دلیل خواص فیزیکی از قبیل غیر قطبی بودن، جذب سریع، سمیت کم، حلالیت بالا و همچنین تسریع در جذب سایر مواد محلول‌پاشی شده قابل اهمیت است. بررسی‌ها نشان داده است که حدود ۴۸ تا ۶۵ درصد انتقال موثر اوره به تمام اندام‌های درخت با کاربرد برگی تامین می‌شود (Khan *et al*., 2009). محلول‌پاشی برگی اوره قبل از شروع رشد جوانه، در درختان مرکبات ، گلدهی را تا حدودی بهبود بخشید (Akbari Chermahini *et al*., El-Otmani *et al*., 2004 ; 2010). به طوری‌که محلول‌پاشی برگی اوره در سال کم محصول (off) در درختان نارنگی در طی مرحله القاء/تمایز گلدهی سبب کاهش تناوب باردهی شده است (Benhamou *et al*., 2004 ; Karamnezhad *et al*., 2018). در تحقیقی به منظور بررسی تاثیر

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش آموخته دکتری فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، استاد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: n.moallemi@scu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2022.77067.1176

محلول‌پاشی زمستانه اوره بـر میـزان گلـدهی و میـوه‌بنـدی درختـان پرتقال والنسیا، دریافتند که، محلول‌پاشـی زمسـتانه اوره بـه مـدت ۲ هفته، به طور موقت، موجب افـزایش سـطح نیتـروژن بـرگ‌هـا شـد. همچنین غلظت‌های مختلف اوره (۰، ۰/۵ و ۱ درصد) موجب افـزایش تعداد گل، تحریک رشد تخمدان و افزایش سطح میوه‌بنـدی گردیـد و بیشـترین تـاثیر مربـوط بـه بـالاترین غلظـت اوره بـود (Akbari Chermahini *et al*., 2010). رشد و نمو مرکبات به طور پیچیده، در تعامل بین مواد مغذی و هورمون‌ها، در پاسخ به سیگنال‌های محیطی تنظیم شده است. مطالعات انجام شده نشان داد کـه میـزان محصـول درختان مرکبات، القای گل و تمایز جوانه گل را تحت تاثیر قـرار مـی دهد (Valiente and Albrigo, 2004). گزارش شـده اسـت کـه در مرکبات القا گل در اواخر پاییز، و در حـالی کـه تمـایز پـس از آن رخ می‌دهد (Iglesias *et al*., 2007)، تلاش‌هایی به منظور مطالعه نقش ترکیبات تنظیم کننده رشد گیاهی در فرآیندهای زایشی صورت گرفته است. در میان آنها پلی‌آمین‌ها نقش مهمـی درکنتـرل تشـکیل میـوه دارند (Pritsa and Voyiatzis, 2005). پلـی‌آمـین‌هـا، پوتریسـین، اسپرمیدین و اسپرمین به عنوان تنظیم‌کننده‌های گیـاهی مـی‌باشـند، اعتقاد بر این است که در فرآیندهای فیزیولوژیکی از جمله مورفـوژنز، تقسیم سلولی، تمایز آوندی، تشکیل شاخه، گل آغازی و توسـعه گـل نقـش دارنـد (Alcazar *et al*., 2010; Khezri *et al*., 2010). پلی‌آمین‌ها به عنوان تعدیل‌کننده رشد گیاه، و محـرک رشـد گیـاه بـا افزایش سنتز خود، در بافت‌های گیاهی در حال رشد شناخته شـده‌انـد (Arias *et al*., 2005). پلـی‌آمـین‌هـا مـی‌تواننـد بـه عنـوان منـابع نیتروژنی، و یا سیگنالی برای مولکول‌هـای تنظـیم‌کننـده فرآینـدهای ریزش میـوه‌هـای کوچـک در انگـور بـه کـار رونـد (Aziz, 2003). پلی‌آمین‌های تجمع یافته در طول مرحله شـکوفایی، نقـش تنظیمـی فعالی به عنوان انبار نیتروژن دارند (Aziz, 2003). پلی‌آمین نـه تنهـا به دلیل تعامل با اجزای سلول بلکه به این خاطر که آنها غلظـت فـرم آزاد خود را تنظیم می‌کنند از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (Pritsa and Voyiatzis, 2005). نارنگی‌ها در میان گونه‌های مربـوط بـه جـنس سـیتروس از بیشـترین میـزان غیریکنـواختی فنـوتیپی برخوردارنـد (Moore, 2001). از بین ارقام متنـوع نـارنگی، نـارنگی کینـو کـه از دورگ‌گیری بین ارقام نارنگی کینگ و ویلولیف به دست آمـده اسـت دارای تناوب باردهی شدیدی مـی‌باشـد (Sharma and Awasthi, 1990). همچنین این پدیده بـر روی کیفیـت و مرغوبیـت میـوه اثـر می‌گذارد، بنابراین کنترل آن یکی از اولویت‌های باغـداران در منـاطق مرکبات خیز جهان است (Freie, 1992). با توجه به اهمیت و نقـش نیتروژن بر میزان و فعالیت پلی‌آمین‌ها در تکوین جوانه‌های زایشـی و تشکیل میوه، هدف از این پژوهش بررسی تغییـرات پلـی‌آمـین‌هـا در برگ و گره درخت نارنگی کینو و همچنین تعیین مقدار بهینه و زمـان مناسب کاربرد نیتروژن، به منظور افزایش عملکرد در اثر محلول‌پاشـی زمستانه اوره بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در زمسـتان ۱۳۹۴ بـر روی نـارنگی رقـم 'کینـو'، در باغی بـه مسـاحت ۴۲ هکتـار واقـع در شهرسـتان دزفـول در اسـتان خوزستان انجام شد. این بـاغ از نظـر موقعیـت جغرافیـایی در عـرض ۳۲/۲۴ درجه شمالی، طول ۴۸/۲۳ درجه شرقی و در روستای قلعه ربع شهرستان دزفول قرار دارد. در ایـن آزمـایش از ۲۷ درخـت ۱۷ سـاله نارنگی کینو با فاصله ۶×۶ متر و پیوند شده بر روی پایه نارنج، استفاده شد. آنالیز فیزیکی و شیمیایی خاک باغ انجـام گردیـد و نتـایج آن در جدول ۱ منعکس می‌باشد. در این پژوهش از اوره (۴۶ درصد نیتروژن) در غلظـت‌هـای صـفر، ۰/۷۵ درصـد و ۱/۵ درصـد اسـتفاده شـد. محلول‌پاشی در سال پربار، قبل از گل انگیزی در ۳ زمان، اول دی‌ماه، ۱۵ دی‌ماه و ۳۰ دی‌ماه سال ۹۴ انجام گردیـد. تیمارهـا شـامل سـه غلظت اوره و سه زمان محلول‌پاشی و سه تکـرار بـر روی ۲۷ درخـت اعمال شد. نمونه‌های شاخه‌ها بـه منظـور جداسـازی بـرگ و گـره از اطراف درخت در۱، ۳ و ۵ هفته بعد از زمان محلول‌پاشی، جمع‌آوری و به آزمایشگاه فیزیولـوژی گـروه علـوم باغبـانی دانشـکده کشـاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شدند. اندازه‌گیری پلی‌آمـین‌هـا بـه روش والتر و جونز (Walter and Geuns, 1986) انجام گردیـد. بـه منظور تعیین سطح گلدهی و اندازه‌گیری طول و قطر تخمدان در بهار سال ۹۵، ۱۰ عدد شاخه (به طول ۳۰ سانتی‌متر) به صورت تصادفی از ارتفاع حداقل ۲ متری از سطح زمین و از اطراف هـر درخـت انتخـاب شد، طول و قطر مادگی گل با استفاده از کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری گردید. جهت تعیین عملکرد درختان، بعد از برداشت محصول وزن کل میوه‌های برداشت شده برای هر درخت محاسبه و بر اساس کیلـوگرم/ درخت گزارش شد. اندازه‌گیری نیتروژن نیز به روش کجلدال *et al*., (Walling 1989)، با استفاده از سیستم اتوماتیک (کجلدال اتومـایزر) طی دو مرحله انجام گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالـب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکـرار بـه اجـرا درآمـد و بـه منظور آنالیز شاخص‌هایی که در طی زمـان‌هـای مشـخص (۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی) نمونه‌بـرداری صـورت گرفتـه بـود از روش اندازه‌گیری تکراری استفاده شد (Rao, 2007). داده‌ها با نرم‌افزارهای SAS و MSTATC آنالیز و به منظور مقایسه میانگین پلی‌آمـین‌هـا و نیتروژن موجود در برگ و گره از روش برش‌دهی میانگین در سطح ۵ و ۱ درصد و جهت مقایسه میانگین قطر و طول مادگی، تعـداد گـل و عملکرد از آزمون چند دامنه‌ی دانکن در سطح ۵ و ۱ درصـد اسـتفاده گردید (Rao, 2007).

جدول ۱- نتایج آنالیز خاک باغ مورد مطالعه

Table 1- Soil analysis results for studied orchard

عمق خاک Soil depth (cm)	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (%)	ماده ارگانیک Organic matter (%)	EC (dS.cm^{-1})	pH
0-30	0.52	8.7	0.043	2.33	0.95	8.01
30-60	0.47	7.95	0.45	1.29	0.97	7.98

نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، زمان نمونه‌برداری و اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و غلظت نیتروژن و نیز اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و غلظت نیتروژن و زمان محلول‌پاشی بر میزان نیتروژن برگ و گره در سطح احتمال یک در صد معنی‌دار شد. همچنین زمان نمونه‌برداری و اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و غلظت نیتروژن و اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و زمان محلول‌پاشی و نیز اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و غلظت نیتروژن و زمان محلول‌پاشی بر میزان پوتریسین، اسپرمیدین و اسپرمین برگ و گره در سطح احتمال یک در صد معنی‌دار شد. همچنین اثر غلظت نیتروژن بر قطر گل، طول مادگی، تعداد گل و عملکرد درخت و نیز اثر زمان محلول‌پاشی بر قطر گل، تعداد گل و عملکرد درخت و اثر متقابل غلظت نیتروژن و زمان محلول‌پاشی بر تعداد گل و عملکرد درخت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد.

پلی‌آمین‌ها و نیتروژن موجود در برگ

مقایسه میانگین برهمکنش اوره، زمان محلول‌پاشی و هفته‌های نمونه‌برداری (جدول ۲) نشان داد که بیشترین مقدار پوتریسین برگ (۳۶/۰۶ نانو مول بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی درختان در ۳۰ دی ماه با غلظت ۰/۷۵درصد اوره، و کمترین مقدار پوتریسین برگ (۱۲/۷۳ نانو مول بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در ۱ دی ماه با غلظت صفر اوره به دست آمد که این مقدار، کاهش ۲/۸۳ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار پوتریسین داشت. در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد) بالاترین میزان پوتریسین در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی در درختان محلول‌پاشی شده در ۳۰ دی ماه مشاهده شد. با توجه به جدول ۲ مشخص گردید که در هر سه زمان محلول‌پاشی (۱ دی‌ماه، ۱۵ دی‌ماه و ۳۰ دی‌ماه)، تا ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی، در درختان تیمار شده با ۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد اوره و شاهد، میزان پوتریسین برگ روند افزایشی داشت و بعد از ۳ هفته، از میزان پوتریسین برگ کاسته شد. همچنین بین میزان پوتریسین برگ در ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در همه تیمارها تفاوت معناداری وجود داشت. در حالی که در محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه با غلظت ۱/۵ درصد اوره بین هفته‌های نمونه‌برداری تفاوت آماری مشاهده نشد. مطابق با جدول ۲، روند تغییرات اسپرمیدین برگ در واحد زمان و تحت تیمارهای مختلف اوره نشان داد که در طی آزمایش مقدار اسپرمیدین برگ در هر دو غلظت اوره روند کاهشی داشت. همچنین بیشترین میزان اسپرمیدین برگ (۴۱/۰۹ نانو مول بر گرم بافت تر) در ۱ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی‌ماه با غلظت ۱/۵ درصد اوره به دست آمد، که البته این مقدار با ۳ هفته بعد محلول‌پاشی (۴۰/۳۲ نانو مول بر گرم بافت تر) در همین زمان و با همین غلظت، از لحاظ آماری تفاوت معناداری نداشتند. در حالی که کمترین میزان اسپرمیدین برگ (۱۴/۴۹ نانو مول بر گرم بافت تر) با کاهش ۲/۸۳ برابری نسبت به بیشترین مقدار اسپرمیدین در برگ، در صورت عدم کاربرد اوره در درختان شاهد در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی‌ماه به دست آمد. با توجه به جدول ۲، مشاهده شد که، در همه‌ی تیمارهای آزمایش بیشترین مقدار اسپرمیدین در یک هفته بعد از محلول‌پاشی به دست آمده است. در هر دو تیمار اوره (۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد)، بیشترین میزان اسپرمیدین برگ (به‌ترتیب ۳۴/۴۴، ۴۱/۰۹ نانو مول بر گرم بافت تر) در ۱ هفته بعد از محلول‌پاشی، در محلول‌پاشی ۳۰ دی‌ماه به دست آمد. همچنین بین میزان اسپرمیدین در ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در همه‌ی تیمارها، به جز در محلول‌پاشی ۱ دی‌ماه، در درختان شاهد، تفاوت معناداری وجود داشت.

اثر برهمکنش زمان نمونه‌برداری، غلظت و زمان محلول‌پاشی، نشان داد (جدول ۲) که با افزایش تعداد هفته‌های بعد از تیمار و با کاهش غلظت اوره، از میزان اسپرمین برگ در طول آزمایش کاسته شده است. در همه‌ی تیمارهای آزمایش، اسپرمین برگ بعد از گذشت یک هفته از زمان محلول‌پاشی کاهش یافت. بیشترین اسپرمین برگ با مقدار ۴۴/۰۱ نانو مول بر گرم بافت تر، در یک هفته بعد از محلول‌پاشی درختان در ۱۵ دی‌ماه با غلظت ۱/۵ درصد اوره به دست آمد. در حالی که کمترین مقدار اسپرمین (۱۶/۰۷ نانو مول بر گرم بافت تر) مربوط به ۵ هفته بعد محلول‌پاشی در ۱ دی‌ماه، در درختانی که محلول‌پاشی نشده بودند گزارش شد. نتایج نشان داد که در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ درصد، ۱/۵ درصد) بالاترین میزان اسپرمین برگ (به‌ترتیب ۳۵/۲۹، ۴۴/۰۱ نانو مول بر گرم بافت تر) در بین زمان‌های محلول‌پاشی، محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه، و در بین زمان‌های نمونه‌برداری، در یک هفته بعد از تیمار مشاهده شد. همچنین بین میزان اسپرمین در ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در همه‌ی

تیمارها تفاوت معناداری وجود داشت. مقایسه میانگین برهمکنش اوره، زمان محلول‌پاشی و هفته‌های نمونه‌برداری (جدول ۲) نشان داد که بیشترین مقدار نیتروژن برگ (۲/۵۲ درصد) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی درختان در ۱ دی ماه با غلظت ۱/۵درصد اوره، و کمترین مقدار نیتروژن برگ (۱/۹۳ درصد) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در ۳۰ دی ماه با غلظت صفر اوره به دست آمد که این مقدار، کاهش ۱/۳۱ درصدی در مقایسه با بیشترین مقدار نیتروژن داشت. در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد) بالاترین میزان نیتروژن در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی در درختان محلول‌پاشی شده در ۱ دی ماه مشاهده شد. با توجه به جدول ۲ مشخص گردید که در محلول‌پاشی ۱ دی ماه و ۱۵ دی ماه، تا ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی، در درختان تیمار شده با ۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد اوره و شاهد، میزان نیتروژن برگ روند افزایشی داشت و بعد از ۳ هفته، از میزان نیتروژن برگ کاسته شد.

جدول ۲- برهمکنش اثر غلظت اوره× زمان محلول پاشی × زمان نمونه‌برداری بر میزان پلی‌آمین‌ها (پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین) و نیتروژن در برگ درخت نارنگی رقم 'کینو'

Table 2- The interaction effect of urea concentration× Spray time ×time sampling on polyamines (Put (Putrescine), Spd (Spermidine), Spm (Spermine)) and N contents in the leaf of Kinnow mandarin tree

غلظت Concentration (%)	زمان محلول‌پاشی Spray time	هفته بعد از محلول‌پاشی Sampling time after Spraying (week)	پوتریسین Put (nmol.g^{-1} F.W)	اسپرمیدین Spd (nmol.g^{-1} F.W)	اسپرمین Spm (nmol.g^{-1} FW)	نیتروژن N (%)
0	Dec 22 ۱ دی	1	14.66$^{l(ab)}$	17.10$^{l(a)}$	19.23$^{ijk(a)}$	2.06$^{ef(b)}$
		3	16.22$^{l(a)}$	15.34$^{m(a)}$	17.74$^{k(ab)}$	2.22$^{cd(a)}$
		5	12.73$^{m(b)}$	14.49$^{m(a)}$	16.07$^{l(b)}$	1.94$^{g(c)}$
	Jan 5 ۱۵ دی	1	16.34$^{l(b)}$	20.53$^{ij(a)}$	27.05$^{g(a)}$	2.23$^{cd(a)}$
		3	18.44$^{k(a)}$	19.05$^{jk(ab)}$	24.88$^{h(b)}$	2.25$^{cd(a)}$
		5	14.78$^{l(b)}$	17.33$^{kl(b)}$	19.53$^{ij(c)}$	1.95$^{fg(b)}$
	Jan 20 ۳۰ دی	1	18.49$^{k(ab)}$	23.40$^{h(a)}$	25.15$^{h (a)}$	2.14$^{de(a)}$
		3	20.25$^{jk(a)}$	23.21$^{h(a)}$	20.07$^{i(b)}$	2.11$^{e(a)}$
		5	16.47$^{l(b)}$	20.65$^{ij(b)}$	18.06$^{jk(c)}$	1.93$^{g(b)}$
0.75	Dec 22 ۱ دی	1	27.55$^{ef(b)}$	25.48$^{fg(a)}$	29.16$^{f(a)}$	2.25$^{cd(b)}$
		3	31.53$^{c(a)}$	23.71$^{gh(a)}$	26.46$^{gh(b)}$	2.46$^{a(a)}$
		5	29.30$^{de(b)}$	21.08$^{i(b)}$	25.44$^{h(b)}$	2.4$^{ab(a)}$
	Jan 5 ۱۵ دی	1	29.48$^{d(c)}$	27.82$^{e(a)}$	35.29$^{d (a)}$	2.28$^{c(a)}$
		3	34.18$^{b(a)}$	27.48$^{e(a)}$	32.21$^{e(b)}$	2.44$^{a(a)}$
		5	32.22$^{c(b)}$	25.48$^{fg(b)}$	29.77$^{f(c)}$	2.29$^{bc(a)}$
	Jan 20 ۳۰ دی	1	32.16$^{c(b)}$	34.44$^{c(a)}$	31.41$^{e(a)}$	2.45$^{a(a)}$
		3	36.06$^{a(a)}$	31.20$^{d(b)}$	29.62$^{f(a)}$	2.42$^{a(a)}$
		5	34.41$^{ab(a)}$	28.08$^{e(c)}$	27.49$^{g(b)}$	1.95$^{fg(b)}$
1.5	Dec 22 ۱ دی	1	20.51$^{j(b)}$	34.15$^{c(a)}$	38.17$^{c(a)}$	2.45$^{a(a)}$
		3	23.19$^{i(a)}$	30.46$^{d(b)}$	35.56$^{d(b)}$	2.52$^{a(a)}$
		5	18.66$^{k(b)}$	25.62$^{f(c)}$	31.54$^{e(c)}$	2.43$^{a(a)}$
	Jan 5 ۱۵ دی	1	25.39$^{gh(a)}$	36.64$^{b(a)}$	44.01$^{a (a)}$	2.46$^{a(a)}$
		3	25.66$^{g(a)}$	33.37$^{c(b)}$	41.48$^{b(b)}$	2.51$^{a(a)}$
		5	23.65$^{hi(a)}$	30.69$^{d(c)}$	38.71$^{c(c)}$	2.08$^{e(b)}$
	Jan 20 ۳۰ دی	1	27.34$^{f(a)}$	41.09$^{a(a)}$	40.83$^{b(a)}$	2.42$^{a(a)}$
		3	29.17$^{de(a)}$	40.32$^{a(a)}$	38.62$^{c(b)}$	2.4$^{ab(a)}$
		5	25.18$^{gh(b)}$	37.03$^{b(b)}$	35.60$^{d(c)}$	1.94$^{fg(b)}$

میانگین‌های دارای حرف همسان در ستون‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثرات متقابل کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین به روش برش‌دهی را نشان می‌دهد.

Means in each column followed by same letters don’t have any significant difference according to Duncan’s multiple range test ($p<0.05$).

Out and inside of parentheses letters indicate comparison overall effects and comparison of the slicing method, respectively.

اما در محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با افزایش تعداد هفته‌های بعد از تیمار از میزان نیتروژن برگ در درختان تیمار شده و شاهد کاسته شد. همچنین بین میزان نیتروژن برگ در ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در ۱۵ دی ماه با ۰/۷۵ اوره تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در حالی‌که میزان نیتروژن برگ در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در ۳۰ دی ماه با ۱ و ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی اختلاف داشت. همچنین بین ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی درختان در ۱ دی ماه با ۱/۵ درصد اوره از نظر میزان نیتروژن اختلاف معناداری وجود نداشت. در حالی‌که میزان نیتروژن در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در ۱۵ و ۳۰ دی ماه با غلظت ۱/۵ درصد با هفته اول و سوم محلول‌پاشی اختلاف داشت.

پلی‌آمین‌ها و نیتروژن موجود در گره

مقایسه میانگین برهمکنش اوره، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقدار پوتریسین گره (۲۴/۱۹ نانو مول بر گرم بافت تر)، در محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۱/۵ درصد اوره در ۱ هفته بعد از زمان محلول‌پاشی به دست آمد. همچنین کمترین مقدار پوتریسین گره (۷/۱۱ نانو مول بر گرم بافت تر)، با کاهش ۳/۴ برابری نسبت به بیشترین مقدار پوتریسین گره، درتیمار عدم کاربرد اوره در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی‌ماه در درختان شاهد مشاهده شد. میزان پوتریسین گره در طول آزمایش رفتاری متفاوت نسبت به پوتریسین برگ از خود نشان داد به طوری که با افزایش تعداد هفته‌های بعد از تیمار و با کاهش غلظت اوره، از میزان پوتریسین گره در طول آزمایش کاسته شد. در همه‌ی تیمارهای آزمایش، پوتریسین گره بعد از گذشت یک هفته از زمان محلول‌پاشی کاهش یافت. نتایج حاکی از آن است که در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد)، بالاترین میزان پوتریسین گره، در بین زمان‌های محلول‌پاشی، محلول‌پاشی ۳۰ دی‌ماه، و در بین زمان‌های نمونه‌برداری، در یک هفته بعد از تیمار مشاهده شد. همچنین بین میزان پوتریسین گره در ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در همه‌ی تیمارها تفاوت معناداری وجود داشت. روند تغییرات مقدار اسپرمیدین گره در واحد زمان و تحت تیمارهای محلول‌پاشی اوره (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقدار اسپرمیدین گره (۲۵/۱۸ نانو مول بر گرم بافت تر) در طول آزمایش در درختان تیمار شده در تاریخ ۱۵ دی ماه با غلظت ۱/۵ درصد اوره، در ۱ هفته بعد از اعمال تیمار، به دست آمد. البته این مقدار از لحاظ آماری با ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه با همان غلظت اوره، و همچنین با یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی‌ماه با غلظت اوره ۱/۵ درصد تفاوتی نداشتند. کمترین مقدار اسپرمیدین گره (۹/۴۴ نانو مول بر گرم بافت تر) در درختان شاهد در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی در ۱ دی ماه مشاهده شد. همچنین مشخص گردید که درختان محلول‌پاشی شده با اوره، در هر ۳ زمان محلول‌پاشی، میزان اسپرمیدین بیشتری نسبت به شاهد داشتند. نتایج جدول ۳ حاکی از آن است که در تیمار ۰/۷۵درصد و ۱/۵ درصد اوره، بالاترین میزان اسپرمیدین گره به ترتیب ۱۹/۷۰ نانو مول بر گرم بافت تر و ۲۵/۱۸ نانو مول بر گرم بافت تر در درختان محلول‌پاشی شده در ۱۵ دی ماه به دست آمد. در هر دو غلظت اوره، و در محلول‌پاشی ۱، ۱۵ و ۳۰ دی ماه، بیشترین مقدار اسپرمیدین گره در یک هفته بعد از محلول‌پاشی مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که بین میزان اسپرمیدین گره در ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در هر دو غلظت اوره تفاوت معناداری وجود داشت. مقایسه میانگین برهمکنش اوره، زمان محلول‌پاشی و هفته‌های نمونه‌برداری (جدول ۳) نشان داد که در محلول‌پاشی ۱، ۱۵ و ۳۰ دی ماه، تا ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی، در درختان تیمار شده با ۰/۷۵درصد و ۱/۵ درصد اوره و شاهد، میزان اسپرمین گره روند افزایشی داشت و بعد از ۳ هفته، از میزان اسپرمین گره کاسته شد. بیشترین مقدار اسپرمین گره (۳۴/۴۱ نانو مول بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی درختان در ۳۰ دی ماه با غلظت ۰/۷۵٪ اوره، و کمترین مقدار اسپرمین گره (۱۱/۲۰ نانو مول بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در ۱ دی ماه با غلظت صفر اوره به دست آمد که این مقدار، کاهش ۳/۰۷ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار اسپرمین را داشت. در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد) بالاترین میزان اسپرمین در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی در درختان محلول‌پاشی شده در ۳۰ دی ماه مشاهده شد. همچنین بین میزان اسپرمین گره در ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در همه تیمارها تفاوت معناداری وجود داشت.

بیشترین مقدار نیتروژن گره (۱/۷۳ درصد)، در محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۱/۵درصد اوره در ۳ هفته بعد از زمان محلول‌پاشی به دست آمد (جدول ۳). همچنین کمترین مقدار نیتروژن گره (۱/۰۳ درصد)، با کاهش ۱/۶۸ درصدی نسبت به بیشترین مقدار نیتروژن گره، در صورت عدم کاربرد اوره در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه در درختان شاهد مشاهده شد. نتایج حاکی از آن است که در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ و ۱/۵ درصد)، در محلول‌پاشی ۱ و ۳۰ دی ماه، در درختان تیمار شده با اوره تا ۳ هفته بعد از اعمال تیمار بر میزان نیتروژن گره افزوده شد و پس از ۳ هفته، روند کاهشی از خود نشان دادند. میزان نیتروژن گره در درختان محلول‌پاشی شده در ۱۵ دی ماه، روند متفاوتی نسبت به زمان‌های دیگر محلول‌پاشی از خود نشان دادند به‌طوری‌که تا ۳ هفته بعد از تیمار از میزان نیتروژن گره کاسته شد و پس از آن تا هفته پنجم روند افزایشی داشتند. نتایج نشان داد که در درختان محلول‌پاشی شده در ۳۰ دی ماه در تیمار ۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد اوره، بالاترین مقدار نیتروژن گره (به ترتیب

۱/۶۲ درصد و ۱/۷۳ درصد) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی، به دست آمد. در حالی که در درختان محلول‌پاشی شده در ۱۵ دی ماه، با غلظت ۰/۷۵ درصد، بیشترین میزان نیتروژن گره (۱/۵۷ درصد) در ۵ هفته بعد از تیمار مشاهده شد. بیشترین میزان نیتروژن گره در درختان محلول‌پاشی شده در تاریخ ۳۰ دی ماه، در ۳ هفته بعد از تیمار به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که بین میزان نیتروژن گره در ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی در ۱، ۱۵ و ۳۰ دی ماه با غلظت ۱/۵ درصد اوره، تفاوت معناداری وجود نداشت.

جدول ۳- برهمکنش اثر غلظت اوره× زمان محلول پاشی × زمان نمونه‌برداری بر میزان پلی‌آمین‌ها (پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین) و نیتروژن در گره شاخه نارنگی رقم 'کینو'

Table 3- The interaction effect of urea concentration ×spray time ×time sampling on polyamines (Put (Putrescine), Spd (Spermidine), Spm (Spermine)) and N contents in the shoot nodes of Kinnow mandarin tree

غلظت Concentration (%)	زمان محلول‌پاشی Spray time	هفته بعد از محلول‌پاشی Sampling time after Spraying (week)	پوتریسین Put (nmol.g^{-1} F.W)	اسپرمیدین Spd (nmol.g^{-1} F.W)	اسپرمین Spm (nmol.g^{-1} FW)	نیتروژن N (%)
		1	$9.69^{kl(a)}$	$11.21^{hij(a)}$	$11.59^{n(b)}$	$1.27^{f-i(a)}$
	Dec 22	3	$8.89^{l(ab)}$	$9.44^{k(b)}$	$14.41^{jkl(a)}$	$1.18^{ij(a)}$
	۱ دی	5	$7.11^{m(b)}$	$9.63^{jk(ab)}$	$11.20^{n(b)}$	$1.25^{g-i(a)}$
		1	$10.40^{j-l(a)}$	$14.14^{g(a)}$	$14.09^{kl(ab)}$	$1.03^{j(c)}$
0	Jan 5	3	$9.73^{kl(a)}$	$12.43^{h(b)}$	$15.62^{jk(a)}$	$1.22^{hi(b)}$
	۱۵ دی	5	$9.55^{kl(a)}$	$10.55^{ijk(c)}$	$12.16^{mn(b)}$	$1.43^{b-g(a)}$
		1	$12.31^{hi(a)}$	$11.65^{hi(a)}$	$16.16^{ij(b)}$	$1.26^{g-i(a)}$
	Jan 20	3	$11.80^{ij(ab)}$	$11.55^{hi(a)}$	$18.04^{h(a)}$	$1.48^{b-e(a)}$
	۳۰ دی	5	$10.60^{jk(b)}$	$10.16^{i-k(a)}$	$13.62^{lm(c)}$	$1.40^{c-g(a)}$
		1	$14.39^{gf(a)}$	$16.07^{f(a)}$	$24.59^{e(b)}$	$1.36^{e-i(a)}$
	Dec 22	3	$12.55^{hi(b)}$	$14.42^{g(b)}$	$28.37^{c(a)}$	$1.45^{b-f(a)}$
	۱ دی	5	$10.33^{j-l(c)}$	$12.18^{h(c)}$	$26.53^{d(ab)}$	$1.37^{d-h(a)}$
		1	$15.61^{ef(a)}$	$19.70^{cde(a)}$	$25.60^{de(c)}$	$1.44^{b-f(ab)}$
0.75	Jan 5	3	$15.79^{ef(a)}$	$18.55^{e(a)}$	$30.36^{b(a)}$	$1.25^{g-i(b)}$
	۱۵ دی	5	$14.10^{g(a)}$	$16.38^{f(b)}$	$28.44^{c(b)}$	$1.57^{a-c(a)}$
		1	$20.86^{c(a)}$	$18.21^{e(a)}$	$28.54^{c(b)}$	$1.41^{c-g(a)}$
	Jan 20	3	$19.91^{c(a)}$	$15.44^{fg(b)}$	$33.41^{a(a)}$	$1.62^{ab(a)}$
	۳۰ دی	5	$16.06^{e(b)}$	$14.50^{g(b)}$	$30.07^{bc(b)}$	$1.50^{b-e(a)}$
		1	$20.42^{c(a)}$	$21.11^{bc(a)}$	$17.44^{hi(b)}$	$1.52^{b-e(a)}$
	Dec 22	3	$18.36^{d(b)}$	$19.23^{c-e(ab)}$	$19.74^{g(a)}$	$1.57^{a-c(a)}$
	۱ دی	5	$13.65^{gh(c)}$	$18.63^{e(b)}$	$15.70^{jk(b)}$	$1.20^{hi(b)}$
		1	$22.37^{b(a)}$	$25.18^{a(a)}$	$22.07^{f(a)}$	$1.58^{a-c(a)}$
1.5	Jan 5	3	$20.18^{c(b)}$	$24.04^{a(a)}$	$21.86^{f(a)}$	$1.29^{f-i(b)}$
	۱۵ دی	5	$18.09^{d(c)}$	$21.44^{b(b)}$	$20.10^{g(a)}$	$1.51^{b-e(a)}$
		1	$24.19^{a(a)}$	$23.69^{a(a)}$	$24.41^{e(a)}$	$1.55^{a-d(a)}$
	Jan 20	3	$22.51^{b(b)}$	$20.80^{b-d(b)}$	$26.16^{de(a)}$	$1.73^{a(a)}$
	۳۰ دی	5	$22.66^{b(b)}$	$19.54^{c-e(b)}$	$22.19^{f(b)}$	$1.48^{b-e(a)}$

میانگین‌های دارای حرف همسان در ستون‌ها در آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

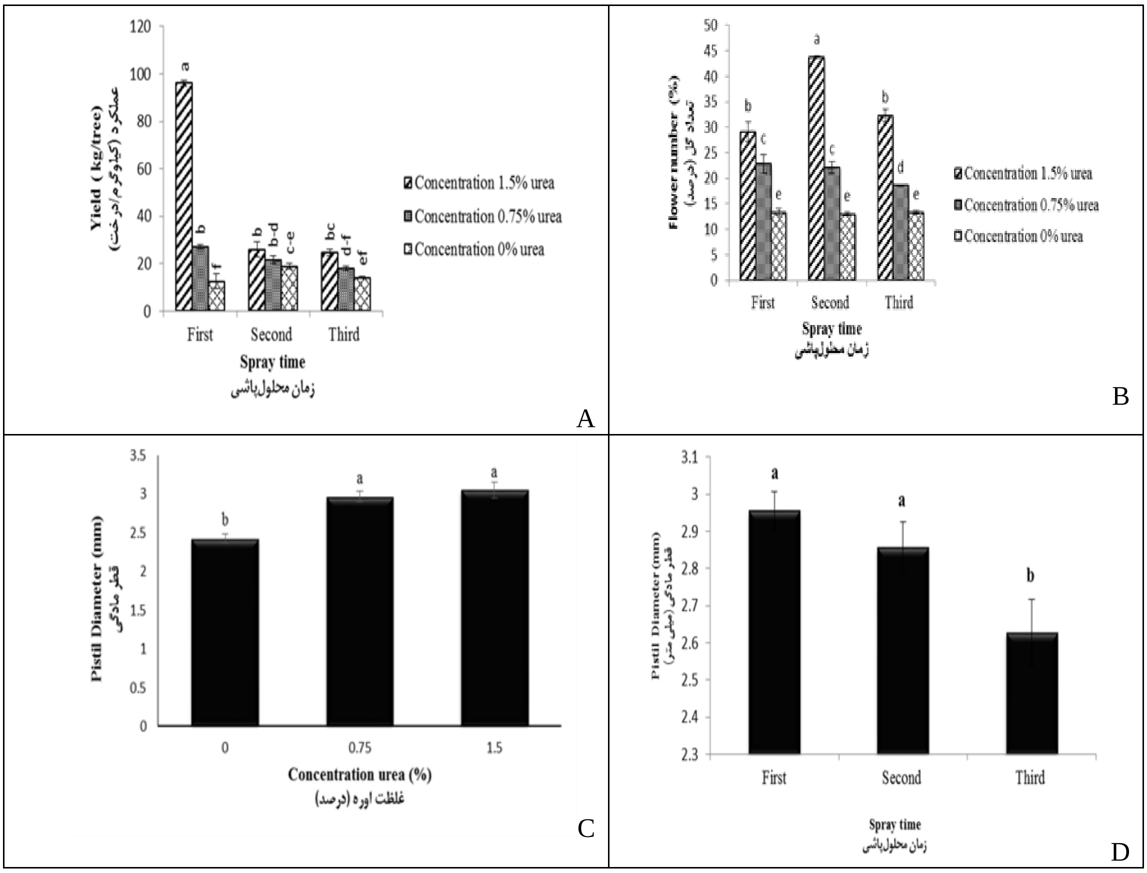
حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثرات متقابل کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین به روش برش‌دهی را نشان می‌دهد.

Means in each column followed by same letters don't have any significant difference according to Duncan test ($p<0.05$).
Out parentheses letters means comparison overall effects and inside of parentheses letters means comparison of the slicing method.

عملکرد، تعداد گل، طول و قطر مادگی

نتایج برهمکنش اثر زمان محلول‌پاشی در غلظت اوره بر میزان عملکرد نشان داد (شکل A-۱) که با افزایش غلظت اوره عملکرد افزایش یافت. به طوری که بیشترین عملکرد (۹۶/۱۱ کیلوگرم در

درخت) مربوط به درختان محلول‌پاشی شده با غلظت اوره ۱/۵ درصد، در زمان محلول‌پاشی ۱ دی ماه بود. در واقع میزان عملکرد در این تیمار نسبت به تیمار شاهد ۷/۶۴ برابر افزایش داشت. همچنین مشخص شد که در هر ۳ زمان محلول‌پاشی بیشترین عملکرد مربوط به درختان تیمار شد با غلظت اوره ۱/۵ درصد بود. با توجه به شکل – ۱B، مشخص شد که درختان تیمار شده با اوره ۱/۵ درصد نسبت به دیگر تیمارها و درختان تیمار نشده، تراکم گل بیشتری داشته‌اند. به طوری‌که درختان محلول‌پاشی شده در ۱۵ دی ماه، با اوره ۱/۵ درصد بیشترین تراکم گل (۴۳/۷۵ درصد) را نسبت به سایر تیمارها از خود نشان دادند. اثر غلظت اوره بر قطر و طول مادگی در شکل ۱-C آورده شده است. نتایج حاکی از آن است که با افزایش غلظت اوره بر میزان قطر و طول مادگی افزوده شد و همچنین قطر مادگی در درختان محلول‌پاشی شده در ۳۰ دی ماه در مقایسه با درختان محلول‌پاشی در ۱ دی ماه از مقدار کمتری برخوردار بود (شکل ۱-D).



شکل ۱- A: اثر برهمکنش غلظت اوره ×زمان محلول‌پاشی بر میزان عملکرد نارنگی رقم ‘کینو’. B: اثر برهمکنش غلظت اوره ×زمان محلول‌پاشی بر تراکم گلدهی نارنگی رقم ‘کینو’. C: اثر غلظت اوره بر قطر مادگی گل نارنگی رقم ‘کینو’. D: اثر زمان محلول‌پاشی بر قطر مادگی گل نارنگی رقم ‘کینو’

Figure 1- A: The interaction effect of urea concentration ×spray time on yield of Kinnow mandarin tree. B: The nteraction effect of urea concentration ×spray time on flower number of Kinnow mandarin tree. C: The effect of urea concentration on pistil diameter of Kinnow mandarin tree. D: The effect of spray time on pistil diameter of Kinnow mandarin tree (DMRT, $p\leq0.05$)

بحث

اوره به طور معمول برای محلول‌پاشی درختان مرکبات در مقیاس بزرگ در جهان به عنوان مکمل تأمین نیتروژن در تعداد گل، میوه بندی و میزان محصول موثر است (Alberigo, 1999). محلول‌پاشی اوره در زمان مناسب با افزایش سطح ترکیبات حاوی نیتروژن به ویژه پلی‌آمین‌ها، موجب تحریک رشد زایشی گیاه می‌شود. پلی‌آمین‌ها نقش مهمی در رشد جوانه و گل آغازی و نیز در حذف خواب جوانه ایفا می‌کنند. همچنین نقش مهمی در بازیافت کربن و نیتروژن در طول القاء جوانه دارند. این ترکیبات در توسعه اندام‌های زایشی وظیفه مهمی را بر عهده دارند (Roussos *et al*., 2004).

نتایج نشان داد که سطح نیتروژن در برگ و گره، سه هفته پس از اولین زمان محلول‌پاشی افزایش یافت. همین افزایش موقت که در

مرحلـه خاصـی از فنولـوژی گیـاه کـه شـامل انگیـزش و تمایزیـابی جوانه‌های گل می‌باشد به طور معناداری موجب تحریک رشد زایشـی، افزایش تعداد گل، رشد تخمدان و عملکرد گردید. محلـول‌پاشـی اوره موجب افزایش سطح آمونیوم برگ و تسریع در بیوسنتز آرژنین می‌شود که خود منجر به افزایش پلی‌آمـین‌هـا شـده، کـه پـس از انتقـال بـه جوانه‌ها، انگیزش و آغازش گل و رشد تخمـدان را تحریـک نمـوده و افزایش عملکرد را نیز داشته است (Roussos *et al*., 2004). ثابـت شده که پلی‌آمین‌های آزاد در فرآیندهای گلـدهی ماننـد رشـد و نمـو اندام‌های گل، در تشکیل میوه و رشد اولیه میوه نقش دارند. تغییـرات در میزان پلی‌آمین‌های آزاد و پیوسته مربوط به رشد مرکبات به دست آمده (Alburquerque *et al*., 2006). غلظت پلی‌آمـین‌هـا در ایـن آزمایش در اندام‌های مورد سنجش متفاوت بود. به طـوری کـه مقـدار پلی‌آمین‌ها در گره‌ها نسبت به برگ‌ها کمتر بود. ایـن تفـاوت غلظـت پلی‌آمین‌ها در میان اندام‌ها، توسط دیگر محققـین نیـز گـزارش شـده اسـت (Konigshofer, 1989; Roussos *et al*., 2004). غلظـت پلی‌آمین‌ها بسته به غلظت اوره و زمان محلول‌پاشی، متفاوت بـود. بـه طوری که اختلاف معناداری در غلظت پلی‌آمین‌هـا در هـر دو غلظـت اوره (۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصـد) مشـاهده شـد. همچنـین مشـخص گردید که بیشترین میزان پلی‌آمین‌ها در بـرگ و گـره در غلظـت ۱/۵ درصد به دست آمد. تنها میزان پوتریسین در برگ و اسپرمین در گـره در غلظت ۰/۷۵ درصد بیشترین میزان را نشان دادند. در این آزمـایش محتوای اکثر پلی‌آمین‌ها در همه‌ی اندام‌ها مورد آزمایش در طول دوره کاهش یافت. کاهش پلی‌آمین‌های درون‌زا بـا تحریـک اکسیداسـیون خود توسط پلی‌آمین اکسیدازها صـورت مـی‌گیـرد (Smith, 1985)، کـاهش در میـزان بیوسـنتز و پیوسـتگی بـا دیگـر ترکیبـات، ماننـد هیدروکسی اسید سـینامیک و آمـین‌هـا (Smith, 1985) نیـز اتفـاق می‌افتد. با این وجود، فرم‌های پیوسته پلی‌آمـین‌هـا در ایـن آزمـایش اندازه‌گیری نشدند. کاهش محتوای پلی‌آمـین‌هـای آزاد مـی‌توانـد بـه خاطر پیوستگی و یا اتصال به غشای سلول (با فسفولیپید یا پـروتئین) باشد. با این وجود مشخص شد که غلظت پلی‌آمین‌ها در برگ‌ها بیشتر از گره‌ها بود و به تدریج در طول آزمـایش کـاهش یافـت. ایـن بـدان معنی است که غلظت پلی‌آمین‌ها به طور قابل توجهی در برگ‌هـا، بـه دلیل انتقال به گره کاهش یافته است. شواهدی از انتقال پلی‌آمـین‌هـا در میـان انـدام‌هـا وجـود دارد (Antognoni *et al*., 1998) و ایـن می‌تواند دلیل مهم دیگری برای کاهش تدریجی غلظت پلی‌آمین‌ها در برگ‌ها باشد. علاوه بر این، بیشترین محتوی پوتریسین و اسـپرمیدین برگ، و پوتریسین و اسپرمین گره بعـد از محلـول‌پاشـی ۳۰ دی مـاه مشاهده شد. همچنین مشخص شد که روند تغییرات پلـی‌آمـین‌هـا در گره در طول آزمایش متفاوت با برگ بود، بجز اسپرمیدین کـه در هـر دو اندام رفتاری مشابه از خود نشان داد. نقش پلی‌آمین‌ها در زمان القا و تمایز گل می‌تواند مهـم باشـد. مطالعـات نشـان داده کـه بیشـترین غلظت پلی‌آمین‌ها در گیاه با مناطق زیست‌شناختی مرتبط اسـت (El-Yazal and Rady, 2012). با توجه به شکل B–۱ مشخص شد که محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ درصد اوره، در هر ۳ زمان محلول‌پاشی (۱، ۱۵ و ۳۰ دی ماه) باعث افزایش تعداد گل گردید. البته بیشترین تعداد گل بعد محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه مشاهده شد. همچنـین نتـایج نشـان داد که اسپرمین پلی‌آمین غالب در برگ‌ها و گره‌ها (بـه‌ترتیـب ۴۴/۰۱ نانو مول بر گرم بافت تر، ۳۳/۴۱ نانو مول بر گرم بافت تر) بود. تمـایز گل در مرکبات در طول دوره‌ی دی تا بهمن مـاه (ژانویـه تـا فوریـه) اتفاق می‌افتد. یک پیک از اسپرمین در بـرگ و گـره در همـین زمـان مشاهده شد که هم زمان با تمایز مورفولوژیکی قسمت‌های گل درون جوانه‌ها بود. این نتایج با یافته‌هـای دیگـر محققـین در مـورد زیتـون مطابقت داشت (Prítsa and Voyiatzís., 2004). با توجه به اینکـه پلی‌آمین‌ها با تقسیم سلولی و سـنتز مـاکرومولکول‌هـا در طـول رشـد اندام‌های گیاهی در ارتباط هسـتند مـی‌تـوان گفـت کـه یـک رابطـه احتمالی بین پلی‌آمین‌ها و تمایز وجود دارد (Prítsa and Voyiatzís, 2004). علاوه بر این، بیشترین میزان اسـپرمین بـرگ و اسـپرمیدین گره بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه مشـاهده شـد. ایـن نتـایج نشـان می‌دهند که اسپرمین و اسـپرمیدین بـیش از پوتریسـین در ارگـانوژنز نقش دارند. محققین نیز گزارش کردنـد کـه اسـپرمیدین و اسـپرمین، تقسیم سلولی، ارگـانوژنز و پیـری را کنتـرل مـی‌کننـد، (Sood and Nagar, 2003). مطالعات نشان می‌دهند که پلی‌آمین‌های اسپرمیدین و اسپرمین به طور فراوانی در تخمدان‌های نارنگی در مرحله شکوفایی و ریزش گلبرگ‌ها وجود دارد که این مطابق با داده‌های گزارش شـده برای پرتقال‌های والنسیا و واشنگتن ناول مـی‌باشـد (Arias *et al*., 2005). در مطالعه حاضر نیتروژن رابطه مثبت و قـوی بـا پوتریسـین، اسپرمیدین و اسپرمین برگ و گره به نمایش گذاشته است ، در حـالی که اسپرمیدین، اسپرمین و نیتـروژن بـرگ، و همچنـین پوتریسـین و اسپرمیدین گره رابطه مثبت و قوی با تعدادگل نشان دادند که می‌تواند به معنی یک واکنش اولیه برای افزایش عملکرد باشد (جـدول ۴). بـا توجه به اینکه درختان محلول‌پاشی شده در تاریخ ۱۵ دی ماه، بـا اوره ۱/۵ درصد نسبت به سایر تیمارها تعدادگل بیشتری داشتند اما به دلیل ریزش گل و همچنین ریزش میوه در خـرداد مـاه، عملکـرد کمتـری نسبت به درختان محلول‌پاشی شـده در ۱ دی مـاه بـا همـان غلظـت داشتند. نتایج این پژوهش نشـان داد کـه بـالاترین غلظـت اوره (۱/۵ درصد)، در محلول‌پاشی ۱ دی ماه بیشترین عملکرد را نسبت به دیگر تیمارها از خود نشان داد. از آنجایی که تمایزیـابی در بهمـن مـاه (در شرایط دزفول) اتفاق می‌افتد می‌توان انتظار داشت که محلول‌پاشـی ۱

دی ماه، قبل از تمایزیابی انجام شده و درخت نیتروژن مورد نیاز خود را دریافت کرده است. به لحاظ اینکه در شرایط دزفول عامل طبیعی القاء کننده گل در مرکبات دمای پایین در زمستان است، محلول‌پاشی زمستانه اوره به همراه عامل طبیعی سرما موجب تحریک انگیزش گل در تعداد بیشتری از جوانه‌ها شده، که بدین ترتیب سطح گلدهی افزایش یافته است. علاوه بر این، نتایج جدول همبستگی (جدول ۴) نشان داد که نیتروژن برگ با عملکرد (r^2=0.67)، تراکم گل (r^2=0.78) و قطر مادگی (r^2=0.95) همبستگی مثبت و معناداری داشت. نتایج این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط سایر محققین مطابقت داشت (Akbari Chermahini et al., 2010). به‌طوری‌که مطالعات نشان داده که کاربرد اوره در درختان ۳۰ ساله پرتقال واشینگتن ناول، به صورت محلول‌پاشی در ۱۵ ژانویه، که زمان تقریبی گل‌انگیزی در شرایط کالیفرنیا می‌باشد سبب افزایش تعداد گل، عملکرد محصول از نظر وزن کل میوه و تعداد میوه در ۳ سال متوالی شده است (Lovatt et al., 1988). همچنین با دو بار محلول‌پاشی اوره در فواصل زمانی ۱۴-۱۰ روز، در حدود ۸-۶ هفته قبل از گلدهی به طور قابل توجهی عملکرد پرتقال شاموتی افزایش یافت (Rabe and Walt, 1994). گزارش شده که ۲ بار محلول‌پاشی (قبل از گلدهی و بعد از تشکیل میوه) با اوره (۰/۳ درصد) در درختان نارنگی کینو، باعث افزایش مقدار نیتروژن به دامنه بهینه در مقایسه با درختان شاهد که دارای کمبود نیتروژن بودند، گردید. به طوری که در درختان محلول پاشی شده، باعث افزایش عملکرد میوه، با افزایش میانگین تعداد میوه و متوسط وزن میوه در درخت گردید. که ممکن است به دلیل استفاده بیشتر از نیتروژن در دوره بحرانی گلدهی و تنظیم میوه باشد (Khan et al., 2009).

جدول ٤- ضرائب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در برگ و گره

Table 4- Correlation coefficients of the measured traits in leaf and node

	Put leaf پوترسین برگ	Spd leaf اسپرمیدین برگ	Spm leaf اسپرمین برگ	N leaf نیتروژن برگ	Put node پوترسین گره	Spd node اسپرمیدین گره	Spm node اسپرمین گره	N node نیتروژن گره	Flower density تراکم گل	Pistil diameter قطر مادگی	Pistil length طول مادگی
Put leaf پوترسین برگ	1	0.68	0.57	0.57	0.68	0.49	0.99^{**}	0.72^{*}	0.34	0.54	-0.55
Spd leaf اسپرمیدین برگ		1	0.9^{**}	0.56	0.99^{**}	0.89^{**}	0.58	0.97^{**}	0.78^{*}	0.53	-0.75^{*}
Spm leaf اسپرمین برگ			1	0.745^{*}	0.90^{**}	0.99^{**}	0.49	0.76^{*}	0.93^{**}	0.72^{*}	-0.76^{*}
N leaf نیتروژن برگ				1	0.57	0.73^{*}	0.55	0.56	0.67^{*}	0.75^{**}	-0.74^{*}
Put node پوترسین گره					1	0.98^{**}	0.58	0.93^{**}	0.79^{*}	0.54	-0.73^{*}
Spd node اسپرمیدین گره						1	0.46	0.75^{*}	0.94^{**}	0.72^{*}	-0.71^{*}
Spm node اسپرمین گره							1	0.79^{*}	0.31	0.52	-0.53
N node نیتروژن ره								1	0.64	0.47	-0.67^{*}
Flower Density تراکم گل									1	0.69^{*}	-0.55
Pistil Diameter قطر مادگی										1	-0.63
Pistil Length طول مادگی											1

* و **: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

*and **. significant at the 0.05 and 0.01 of probability levels, respectively.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه اثر محلول‌پاشی اوره در طول زمستان در برگ‌ها و گره‌های درختان نارنگی کینو بررسی شد و محتوی پلی‌آمین‌های پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین در تیمارها ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که کاربرد برگی اوره در زمستان منجر به افزایش درون‌زا قابل توجه پلی‌آمین‌ها و نیتروژن در برگ و گره‌های درختان نارنگی کینو گردید. همچنین عملکرد، تعداد گل و قطر مادگی با محلول‌پاشی اوره افزایش یافت. این احتمال وجود دارد که پلی‌آمین‌های آزاد بر فرآیندهای گلدهی تاثیرگذار باشند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری های بیدریغ جناب آقای مهندس اسلامی به خاطر انجام این پژوهش در باغ ایشان و معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر تأمین مالی این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Akbari Chermahini, S, Moallemi, N., & Zargar, A.S. (2010). Effect of winter foliar application of urea on some quantitative and qualitative characters of flower and fruit set of orange cv ‘Valencia’. *The Society for Advancement of Horticulture*, *12*(1), 59-61.
2. Albrigo, L. (1999). Effects of foliar applications of urea or nutriphite on flowering and yields of Valencia orange trees. In *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* (Vol. 112, pp. 1-4).
3. Alburquerque, N., Egea, J., Burgos, L., MartÍnez-Romero, D., Valero, D., & Serrano, M. (2006). The influence of polyamines on apricot ovary development and fruit set. *Annals of Applied Biology*, *149*(1), 27-33. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2006.00067.x
4. Alcázar, R., Altabella, T., Marco, F., Bortolotti, C., Reymond, M., Koncz, C., & Tiburcio, A.F. (2010). Polyamines: molecules with regulatory functions in plant abiotic stress tolerance. *Planta*, *231*, 1237-1249.
5. Antognoni, F., Fornalè, S., Grimmer, C., Komor, E., & Bagni, N. (1998). Long-distance translocation of polyamines in phloem and xylem of *Ricinus communis* L. plants. *Planta*, *204*, 520-527.
6. Arias, M., Carbonell, J., & Agustí, M. (2005). Endogenous free polyamines and their role in fruit set of low and high parthenocarpic ability citrus cultivars. *Journal of Plant Physiology*, *162*(8), 845-853. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.01.011
7. Aziz, A. (2003). Spermidine and related-metabolic inhibitors modulate sugar and amino acid levels in *Vitis vinifera* L.: possible relationships with initial fruitlet abscission. *Journal of Experimental Botany*, *54*(381), 355-363. https://doi.org/10.1093/jxb/erg029
8. Benhamou, L., El-Otmani, M., Goumari, M., Talhi, M., Charif, L., Srairi, I., & Lovatt, C.J. (2004, February). The potential use of GA 3 and urea to manipulate flowering and reduce alternate-bearing pattern of the ‘Nour’Clementine mandarin. In *Proc. Intl. Soc. Citriculture* (Vol. 2, pp. 479-483).
9. El-Otmani, M., Goumari, M., Srairi, I., Lbrek, A., Charif, L., & Lovatt, C.J. (2004). Heavy fruit load and late harvest inhibit flowering of the ‘Nour’Clementine mandarin. In *Proceedings of the International Society of Citriculture* (Vol. 2, pp. 525-527).
10. El-Yazal, M.A.S., & Rady, M.M. (2012). Changes in nitrogen and polyamines during breaking bud dormancy in “Anna” apple trees with foliar application of some compounds. *Scientia Horticulturae*, *136*, 75-80. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.01.001
11. Freie, R.L., & Young Jr, H.V. (1992). *Florida agricultural statistics: citrus summary 1990-1991*. Florida Agricultural Statistics Service, Orlando, FL.
12. Iglesias, D.J., Cercós, M., Colmenero-Flores, J.M., Naranjo, M.A., Ríos, G., Carrera, E., & Talon, M. (2007). Physiology of citrus fruiting, *Brazilian Journal of Plant Physiology*, *19*(4), 333-362.
13. Karamnezhad, F., Moallemi, N., & Khaleghi, E. (2018). Effect of different levels of urea and different times of foliar application on biochemical characteristics in the Kinnow Mandarin trees, *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, *19*(3). (In Persian)
14. Khan, A.S., Malik, A.U., Pervez, M.A., Saleem, B.A., Rajwana, I.A., Shaheen, T., & Anwar, R. (2009). Foliar application of low-biuret urea and fruit canopy position in the tree influence the leaf nitrogen status and physico-chemical characteristics of Kinnow mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Pakistan Journal Botany*, *41*(1), 73-85.
15. Khezri, M., Talaie, A., Javanshah, A., & Hadavi, F. (2010). Effect of exogenous application of free polyamines on physiological disorders and yield of ‘Kaleh-Ghoochi’pistachio shoots (*Pistacia vera* L.). *Scientia Horticulturae*, *125*(3), 270-276. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.03.014
16. Könrgshofer, H. (1989). Seasonal changes in polyamine content in different parts of juvenile spruce trees [*Picea abies* (L.) Karst.]. *Journal of Plant Physiology*, *134*(6), 736-740.

17. Kytöviita, M.M., & Sarjala, T. (1997). Effects of defoliation and symbiosis on polyamine levels in pine and birch, *Mycorrhiza*, *7*(2), 107-111. https://doi.org/10.1016/S0176-1617(89)80036-7
18. Lovatt, C.J., Zheng, Y., & Hake, K.D. (1988). Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in Citrus. *Israel Journal of Botany*, *37*(2-4), 181-188.
19. Moore, G.A. (2001). Oranges and lemons: clues to the taxonomy of Citrus from molecular markers. *TRENDS in Genetics*, *17*(9), 536-540. https://doi.org/10.1016/S0168-9525(01)02442-8
20. Pritsa, T.S., & Voyiatzis, D.G. (2004). Seasonal changes in polyamine content of vegetative and reproductive olive organs in relation to floral initiation, anthesis, and fruit development. *Australian Journal of Agricultural Research*, *55*(10), 1039-1046. https://doi.org/10.1071/AR04056
21. Pritsa, T.S., & Voyiatzis, D.G. (2005). Correlation of ovary and leaf spermidine and spermine content with the alternate bearing habit of olive. *Journal of Plant Physiology*, *162*(11), 1284-1291. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.01.017
22. Rabe, E., & Walt, H.P. (1993). Effects of pre-blossom low-biuret urea sprays on yield improvement in specific citrus cultivars. *Citrus Journal*, *3*, 26-28.
23. Rao, G.N. (2007). *Statistics for agricultural sciences*. BS Publications.
24. Roussos, P.A., Pontikis, C.A., & Zoti, M.A. (2004). The role of free polyamines in the alternate-bearing of pistachio (*Pistacia vera* cv. Pontikis). *Trees*, *18*, 61-69.
25. Sharma, R.K., & Awasthl, R.P. (1990). Effect of growth regulators on crop regulation of kinnow (*Citrus nobilis* X *Citrus deliciosa*). *Indian Journal of Horticulture*, *47*(2), 162-166.
26. Smith, T.A. (1985). Polyamines. *Annual Review of Plant Physiology*, *36*(1), 117-143.
27. Sood, S., & Nagar, P.K. (2003). The effect of polyamines on leaf senescence in two diverse rose species. *Plant Growth Regulation*, *39*, 155-160.
28. Valiente, J.I., & Albrigo, L.G. (2004). Flower bud induction of sweet orange trees [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]: effect of low temperatures, crop load, and bud age. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *129*(2), 158-164. https://doi.org/10.21273/JASHS.129.2.0158
29. Walling, P.J. (1989). U.S. Patent No. 4,802,008. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
30. Walter, H.J.P., & Geuns, J.M. (1987). High speed HPLC analysis of polyamines in plant tissues. *Plant Physiology*, *83*(2), 232-234. https://doi.org/10.1104/pp.83.2.232